

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN ENERGI
PADA PERILAKU KONSUMEN TINGKAT AKHIR
PRODUK BATIK CAP DI FASE END OF LIFE (EOL)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

DYAH AYUNINGTYAS

D 600 130 118

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN ENERGI
PADA PERILAKU KONSUMEN TINGKAT AKHIR
PRODUK BATIK CAP DI FASE END OF LIFE (EOL)**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

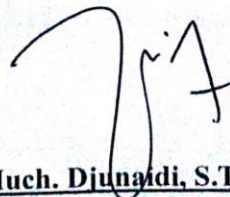
DYAH AYUNINGTYAS

D 600 130 118

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Much. Djunaldi, S.T, M.T.

NIK. 891

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN ENERGI
PADA PERILAKU KONSUMEN TINGKAT AKHIR
PRODUK BATIK CAP DI FASE END OF LIFE (EOL)**

**OLEH
DYAH AYUNINGTYAS
D 600 130 118**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 3-8 - 2017

Dewan Penguji:

- 1. Much Djunaidi, S.T, M.T
(Ketua Dewan penguji)**
- 2. Hafidh Munawir, S.T, M.T
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Ida Nursanti, S.T, M.Eng.Sc
(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta,³⁰ Juli 2017

Penulis



DYAH AYUNINGTYAS

D 600 130 118

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN ENERGI
PADA PERILAKU KONSUMEN TINGKAT AKHIR
PRODUK BATIK CAP DI FASE END OF LIFE (EOL)**

Abstrak

Setelah penggunaan produk sudah berakhir, maka pilihan selanjutnya yaitu produk pasti mengalami masa akhir (*end of life*). End of life dibagi menjadi 3 yaitu penggunaan kembali (*reuse*), perubahan nilai fungsi (*recycle*), atau pengkuburan (*landfill*). Penelitian ini memiliki tujuan presentase *end of life* yang dilakukan konsumen, meliputi penggunaan kembali (*reuse*), perubahan nilai fungsi (*recycle*), atau pengkuburan (*landfill*) dan Menghitung energi yang diperlukan saat batik cap mengalami masa akhir hidup (*end of life*) dengan menggunakan software Simapro 3.8.0.0. Adapun hasil yang diperoleh adalah sebanyak 250 responden berjenis kelamin laki-laki 134 responden (53,6%) dan perempuan 116 responden (46,4%). Sedangkan untuk klasifikasi usia sebanyak 92% adalah remaja akhir (17 hingga 25 tahun) dan sebagian besar adalah mahasiswa 175 responden (70%). Alasan responden mengakhiri masa hidup pakaian batik cap yaitu pakaian yang tidak muat sebesar 96 responden (38,4%). Berdasarkan rekapitulasi perilaku end of life, pengguna batik cap paling sering melakukan kegiatan alih fungsi pakaian batik cap ke kain lap atau recycle sebanyak 284 frekuensi perlakuan (48,97%) dari 580 perlakuan. *Energy resources* pada *recycle* yaitu sebesar 3,2 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 3,2 orang penduduk eropa pertahun. *Energy resources* pada *landfill* yaitu sebesar 0,085 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 0,085 orang penduduk eropa pertahun. Keluaran energi listrik yang digunakan untuk landfill adalah setara dengan 14,4 MJ per tahun. Kata kunci: *End of Life, Landfill, Recycle, Reuse*

Abstract

After the use of the product is over, then the next choice is the product must have end of life. End of life is divided into 3 choice, reuse, changes in function value (recycle), or cemetery (landfill). This research has purpose of end of life percentage of consumer, including reuse, change of function value (recycle), or landfill and calculate energy needed when batik cap has end of life by using Simapro 3.8.0.0 software. The results obtained are as many as 250 respondents male 134 respondents (53.6%) and female 116 respondents (46.4%). While for the age classification of 92% is the final adolescents (17 to 25 years) and most of the students 175 respondents (70%). The reason of the respondents ended the life of batik clothes that is not fit for 96 respondents (38.4%). Based on the recapitulation of end of life behavior, the user of batik cap most often performs the function of changing the batik cap function to the cloth or recycle as much as 284 treatment frequency (48.97%) from 580 treatments. Energy resources at recycle is 3.2 kPt, which is equivalent to the environmental impact issued by 3.2 people of european

population per year. The energy resources of the landfill is 0,085 kPt, which is equivalent to the environmental impact of 0.085 people per year. The electrical energy output used for landfills is equivalent to 14.4 MJ per year.

Keywords: End of Life, Landfill, Recycle, Reuse

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan budaya, salah satu contohnya adalah batik. Batik adalah suatu seni yang berpadu dengan teknologi, yang biasanya diapadukan antara seni motif, ragam hias dan warna yang diproses melalui pencelupan dan penglorotan (Yosef, 2011). Batik Indonesia telah ditetapkan sebagai warisan kemanusiaan untuk budaya lisan dan nonbendawi (*Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) oleh UNESCO sejak 2 Oktober 2009. Batik mempunyai 3 jenis yaitu batik tulis, batik cap dan batik printing (Iskandar, 2016). Batik cap adalah kain yang dihias dengan tekstur dan corak batik yang dibentuk dengan cap (biasanya terbuat dari tembaga). Proses pembuatan batik jenis ini biasanya membutuhkan waktu 2 sampai dengan 3 hari. Surakarta adalah salah satu kota yang mempunyai perkembangan batik yang cukup pesat (Yoshanti, 2017).

Untuk mengetahui perilaku konsumen saat masa akhir hidup batik cap, serta langkah *end of life* yang sering dilakukan konsumen maka perlu dilakukan penyebaran kuesioner. Dari hasil penyebaran kuesioner akan dilakukan perhitungan dengan statistika deskriptif, maka diperoleh hasil konsumen akan melakukan penggunaan kembali (*reuse*), perubahan nilai fungsi (*recycle*), atau penguburan (*landfill*) masing-masing berapa persen.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan masalah dari penelitian ini adalah presentase digunakan kembali (*reuse*), diubah menjadi barang lain yang mempunyai nilai fungsi (*recycle*), dan dikubur (*landfill*) serta berapa energi yang dikeluarkan untuk mengakhiri masa hidup batik cap?

Penelitian ini memiliki tujuan presentase *end of life* yang dilakukan konsumen, meliputi penggunaan kembali (*reuse*), perubahan nilai fungsi (*recycle*), atau penguburan (*landfill*) dan Menghitung energi yang diperlukan saat batik cap mengalami masa akhir hidup (*end of life*) dengan menggunakan software Simapro.

Manfaat penelitian yang dapat diambil dari penelitian ini adalah peneliti dapat mengetahui cara *end of life (EOL)* yang dipilih untuk mengakhiri umur batik cap, yaitu presentase digunakan kembali (*reuse*), diubah menjadi barang lain yang mempunyai nilai fungsi (*recycle*), dan dikubur (*landfill*) dan berapa energi yang dikeluarkan saat batik cap mengalami masa akhir hidup (*end of life*) dan pembaca yang ingin meneliti tentang batik cap lebih lanjut, dapat menjadikan penelitian ini sebagai referensi atau acuan, karena penelitian ini hanya *basic research*.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan studi literatur dan studi lapangan untuk menyusun kuesioner yang akan disebar ke responden konsumen batik cap difase *end of life* yang berlokasi di Surakarta. Sebelum disebar kepada responden, kuesioner diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas, yang bertujuan untuk menguji ketepatan dan konsistensi pertanyaan. Setelah data terkumpul dari respnden maka akan diolah dengan menggunakan statistika deskriptif, yaitu dihitung rata-rata (*mean*), simpangan (*standar deviation*) dan proporsi (*proportion*). Sehingga dihasilkan presentasi antara digunakan kembali (*reuse*), diubah menjadi barang lain yang mempunyai nilai fungsi (*recycle*), dan dikubur (*landfill*).

Pengolahan data selanjutnya yaitu dengan menghitung energi yang dikeluarkan batik cap, menggunakan software Simapro 3.8.0.0 dengan metode *Ecological Scarcity 2013 VI v1:04*. Output dari software simapro 8.3.0.0 berupa *Main air polution, Global warming, Radioactive waste deposit, Energy resources, Heavy metal into air, Carcinogenic substance into air, Mineral resources, Heavy metal into water, Water pollutants, Land use, POP into water, Water resources, Heavy metal into soil, Radioactive substances into water, Non radioactive waste deposit, Ozone layer depletion, Pesticides into soil, Radioactive substances into air, Noise*. Sehingga penulis mengetahui energi dan dampak end of life batik cap terhadap lingkungan tersebut.

Tahap terakhir yaitu kesimpulan dan saran, setelah dihitung presentasi dan energi yang dikeluarkan saat batik cap mengalami fase end of life tersebut, peneliti

dapat menyimpulkan opsi *end of life* yang terbaik menurut energi yang dikeluarkan ditiap opsi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Interpretasi Data

Pada Penelitian ini, peneliti melakukan pengumpulan data dengan 250 responden yaitu pemilik pakaian batik cap yang pernah melakukan proses End of Life selama kurun waktu satu tahun ini. Kuesioner disebarakan melalui *googledocs* dan diisi oleh respnden secara *online*. Kuesioner berisi pertanyaan mengenai tiga tahap End of Life yaitu *Reuse* (Penggunaan Kembali), *Recycle* (Perubahan Nilai Fungsi) dan *Landfill* (Penguburan).

Pada penyebaran kuesioner, peneliti mempunyai kendala saat penyebaran online, yaitu data yang telah terkumpul ternyata tidak mewakili semua segmen usia dan dan pekerjaan. Dengan alasan, penggunaan kuesioner online hanya diketahui oleh kalangan tertentu saja, misal mahasiswa atau pelajar kurun usia 16 sampai dengan 25 tahun.

Berdasarkan pengolahan data pada bab sebelumnya diketahui bahwa jumlah responden yang mengisi kuesioner adalah sebanyak 250 responden berjenis kelamin laki-laki 134 responden (53,6%) dan perempuan 116 responden (46,4%). Sedangkan untuk klasifikasi usia sebanyak 92% adalah remaja akhir (17 hingga 25 tahun) yaitu 230 responden dan sebagian besar adalah mahasiswa 175 responden (70%). Berbagai macam alasan responden mengakhiri masa hidup pakaian batik cap, namun paling besar presentasinya yaitu pakaian yang tidak muat sebesar 96 responden (38,4%). Berdasarkan rekapitulasi perilaku end of life, pengguna batik cap paling sering melakukan kegiatan alih fungsi pakaian batik cap ke kain lap atau recycle sebanyak 284 frekuensi perlakuan (48,97%) dari 580 perlakuan.

Tabel 1 Frekuensi Perilaku End of Life

Perilaku End Of Life	Frekuensi	Persentase (%)
Reuse 1	199	34,31
Reuse 2	0	0,00
Reuse 3	27	4,66
Recycle	284	48,97

Landfill 1	10	1,72
Landfill 2	60	10,34
Total	580	100

3.2 Pengolahan Recycle Software Simapro 3.8.0.0

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *software* Simapro 8.3.0.0 dengan metode *Ecological Scarcity* 2013 VI v1:04. Output dari *software* simapro 8.3.0.0 berupa *Main air polution, Global warming, Radioactive waste deposit, Energy resources, Heavy metal into air, Carcinogenic substance into air, Mineral resources, Heavy metal into water, Water pollutants, Land use, POP into water, Water resources, Heavy metal into soil, Radioactive substances into water, Non radioactive waste deposit, Ozone layer depletion, Pesticides into soil, Radioactive substances into air, Noise.*

Sebanyak 284 kali perlakuan *recycle*, sehingga peneliti melakukan simulasi penimbangan pakaian batik cap dan didapatkan untuk 1 pakaian batik cap beratnya adalah 0,35 kg sehingga untuk total pakaian batik cap yang akan di *recycle* adalah 99,4 kg.

Tabel 2 Output Recycle pada Software Simapro 3.8.0.0

Impact Category	Unit	Total
Main air pollutants and PM	kPt	91,3
Global Warming	kPt	37,6
Radioactive waste deposit	kPt	4,4
Energy resources	kPt	3,2
Heavy metal into air	kPt	1,72
Carcinogenic substance into air	kPt	1,33
Mineral resources	kPt	0,365
Heavy metal into water	kPt	0,355
Water pollutants	kPt	0,296
Land use	kPt	0,282
POP into water	kPt	0,173
Water resource	kPt	0,15
Heavy metal into soil	kPt	0,0711
Radioactive substances into water	kPt	0,0488
Non radioactive waste deposit	kPt	0,0254
Ozone layer depletion	kPt	0,0145
Pesticides into soil	kPt	0,00288

Radioactive substances into air	kPt	0,000000428
Noise	kPt	x

Dari tabel penilaian karakterisasi output simapro dampak lingkungan kegiatan *recycle* pakaian batik cap adalah sebesar 141 kPt dengan dampak paling besar yaitu polusi udara sebesar 91,3 kPt. Sedangkan pemanasan global dan sampah radioaktif masing-masing adalah 37,6 kPt dan 4,4 kPt. Peringkat keempat adalah sumber energi yaitu sebesar 3,2 kPt. Sedangkan yang paling kecil yaitu substansi radioaktif ke udara yaitu 0,000000428 kPt atau 0,000428 Pt, dan tidak menghasilkan kebisingan sama sekali. Kontribusi Sumber energi *recycle* yang sebesar 3,2 kPt adalah 3,12% dari semua dampak yang disebabkan oleh kegiatan *recycle*.

Seribu Pt adalah rata-rata dampak lingkungan yang dihasilkan oleh satu orang penduduk eropa per tahun. Jadi, dampak lingkungan yang dihasilkan 99,4 kg pakaian batik cap sebesar 141 kPt yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh 141 orang penduduk eropa pertahun. Sedangkan, frekuensi *recycle* adalah 284 perlakuan, jika manusia melakukan *recycle* sekali dalam satu tahun maka jumlah frekuensi tersebut setara dengan 284 orang penduduk eropa pertahun, jadi dampak lingkungan untuk *recycle* tersebut dapat dikatakan rendah.

Energy resources yaitu sebesar 3,2 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 3,2 orang penduduk eropa pertahun. Sedangkan frekuensi *recycle* adalah 284 perlakuan, jika manusia melakukan *recycle* sekali dalam satu tahun maka jumlah ferkuensi tersebut setara dengan 284 orang penduduk eropa pertahun. Jadi, energi yang dikeluarkan manusia untuk *recycle* tersebut dapat dikatakan rendah.

3.3 Pengolahan Landfill Software Simapro 3.8.0.0

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *software* Simapro 8.3.0.0 dengan metode *Ecological Scarcity* 2013 VI v1:04. Sebanyak 70 kali perlakuan landfill, sehingga peneliti melakukan simulasi penimbangan pakaian dan didapatkan untuk 1 pakaian batik cap beratnya adalah 0,35kg sehingga untuk total pakaian batik cap yang akan di *landfill* adalah 24,5kg. Berikut adalah diagram *outputlandfill* dari pakaian batik cap. Setelah di kalkulasi nilai karakterisasi hasil output dari *software* Simapro 3.8.0.0.

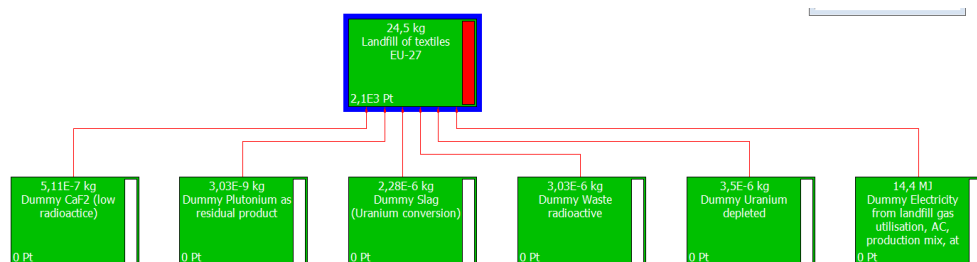
Tabel 3 Output Landfill pada Software Simapro 3.8.0.0

Impact Category	Unit	Total	Landfill of textiles	Dummy Caf2 (Low Radioactive)	Dummy Plutorium as Residual Product	Dummy (Slag Uranium)	Dummy Waste Radioactive	Dummy Uranium Depleted	Dummy Electrocicity from landfill gas
Main air pollutants and PM	kPt	1,79	1,79	x	x	x	x	x	x
Carcinogenic substance into air	kPt	0,165	0,165	x	x	x	x	x	x
Energy resources	kPt	0,085	0,085	x	x	x	x	x	x
Heavy metal into soil	kPt	0,0189	0,0189	x	x	x	x	x	x
Global Warming	kPt	0,0137	0,0137	x	x	x	x	x	x
Mineral resources	kPt	0,00798	0,00798	x	x	x	x	x	x
Heavy metal into water	kPt	0,00781	0,00781	x	x	x	x	x	x
Heavy metal into air	kPt	0,00682	0,00682	x	x	x	x	x	x
Ozone layer depletion	kPt	0,000676	0,00068	x	x	x	x	x	x
Water Pollutants	kPt	0,000499	0,0005	x	x	x	x	x	x
Water resource	kPt	0,000455	0,00046	x	x	x	x	x	x
Radioactive substances into air	kPt	4,7E-09	4,7E-09	x	x	x	x	x	x
Radioactive waste to deposit	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
Non radioactive waste deposit	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
Noise	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
Radioactive Substance into water	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
Pesticides into soil	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
POP into water	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x
Land use	kPt	X	x	x	x	x	x	x	x

Dari tabel penilaian karakterisasi output simapro dampak lingkungan kegiatan *landfill* pakaian batik cap adalah sebesar 2,1 kPt dengan dampak paling besar yaitu polusi udara sebesar 1,79 kPt. Sedangkan zat karsinogen diudara dan sumber energimasing-masing adalah 0,165 kPt dan 0,085 kPt. Sedangkan yang paling kecil yaitu substansi radioaktif ke udara yaitu 0,00000000047 kPt atau 0,00000047 Pt. Kontribusi Sumber energi landfill yang sebesar 0,085 kPt atau 85 Pt adalah 4,04% dari semua dampak yang disebabkan oleh kegiatan *landfill*.

Seribu Pt adalah rata-rata dampak lingkungan yang dihasilkan oleh satu orang penduduk eropa per tahun. Jadi, dampak lingkungan yang dihasilkan 24,5 kg pakaian batik cap sebesar 2,1 kPt yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh 70 orang penduduk eropa pertahun. Sedangkan, frekuensi *landfill* adalah 70 perlakuan, jika manusia melakukan *landfill* sekali dalam satu tahun maka jumlah frekuensi tersebut setara dengan 70 orang penduduk eropa pertahun, jadi dampak lingkungan untuk *landfill* tersebut dapat dikatakan rendah.

Energy resources yaitu sebesar 0,085 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 0,085 orang penduduk eropa pertahun. Sedangkan frekuensi *landfill* adalah 70 perlakuan, jika manusia melakukan *landfill* sekali dalam satu tahun maka jumlah ferkuensi tersebut setara dengan 70 orang penduduk eropa pertahun. Jadi, energi yang dikeluarkan manusia untuk *landfill* tersebut dapat dikatakan rendah. Untuk output batik cap yang disajikan secara diagram, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Klasifikasi Dampak Landfill batik Cap

Berdasarkan gambar Klasifikasi dampak *landfill* menurut beratnya adalah sebesar 24,5 kg pakaian batik cap dikubur menghasilkan $5,11 \times 10^{-7}$ kg radioaktif rendah CaF₂ (Kalsium Fluorida), $3,03 \times 10^{-9}$ kg residu produk, $2,28 \times 10^{-6}$ kg uranium

conversion, $3,03 \times 10^{-6}$ kg limbah radioaktif, $3,5 \times 10^{-6}$ kg uranium depleted dan 14,4 MJ limbah listrik dari penguburan sampah yang berupa gas, AC dan lainnya.

Keluaran energi listrik yang digunakan untuk landfill adalah setara dengan 14,4 MJ per tahun untuk pakaian batik cap sebesar 24,5 kg (70 perlakuan). Sedangkan menurut simulasi peneliti, konsumsi energi 1 lampu 15 watt dalam satu tahun adalah sebesar 233.280 MJ didapatkan dari rumus $W = P \times t$. Maka dapat dikatakan keluaran energi tersebut rendah.

4. PENUTUP

Berdasarkan pengolahan data serta pembahasan dapat diperoleh kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan pengolahan data pada bab sebelumnya diketahui bahwa jumlah responden yang mengisi kuesioner adalah sebanyak 250 responden berjenis kelamin laki-laki 134 responden (53,6%) dan perempuan 116 responden (46,4%). Sedangkan untuk klasifikasi usia sebanyak 92% adalah remaja akhir (17 hingga 25 tahun) yaitu 230 responden dan sebagian besar adalah mahasiswa 175 responden (70%). Berbagai macam alasan responden mengakhiri masa hidup pakaian batik cap, namun paling besar persentasenya yaitu pakaian yang tidak muat sebesar 96 responden (38,4%). Berdasarkan rekapitulasi perilaku end of life, pengguna batik cap paling sering melakukan kegiatan alih fungsi pakaian batik cap ke kain lap atau recycle sebanyak 284 frekuensi perlakuan (48,97%) dari 580 perlakuan.
- 2) *Energy resources* yaitu sebesar 3,2 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 3,2 orang penduduk Eropa pertahun. Sedangkan frekuensi *recycle* adalah 284 perlakuan, jika manusia melakukan *recycle* sekali dalam satu tahun maka jumlah frekuensi tersebut setara dengan 284 orang penduduk Eropa pertahun. Jadi, energi yang dikeluarkan manusia untuk *recycle* tersebut dapat dikatakan rendah.
- 3) *Energy resources* yaitu sebesar 0,085 kPt, yaitu setara dengan dampak lingkungan yang dikeluarkan oleh 0,085 orang penduduk Eropa pertahun. Sedangkan frekuensi *landfill* adalah 70 perlakuan, jika manusia melakukan

landfill sekali dalam satu tahun maka jumlah frekuensi tersebut setara dengan 70 orang penduduk Eropa pertahun. Jadi, energi yang dikeluarkan manusia untuk *landfill* tersebut dapat dikatakan rendah.

- 4) Keluaran energi listrik yang digunakan untuk landfill adalah setara dengan 14,4 MJ per tahun untuk pakaian batik cap sebesar 24,5 kg (70 perlakuan). Sedangkan menurut simulasi peneliti, konsumsi energi 1 lampu 15 watt dalam satu tahun adalah sebesar 233.280 MJ didapatkan dari rumus $W = P \times t$. Maka dapat dikatakan keluaran energi tersebut rendah.

PERSANTUNAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan Syukur bagi kehadiran Allah SWT yang atas berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik, lancar dan tanpa halangan yang berarti.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari akan banyaknya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kata pengantar ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sumarjono Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Eko Setiawan Ph.D selaku ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Hafidh Munawir ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan selama penulisan tugas akhir.
4. Sahabat seperjuangan yang namanya takkan cukup tertulis dalam kata pengantar ini.

Semoga Allah SWT memberi balasan yang besar atas budi baik, dukungan dan ketulusan kepada beliau-beliau diatas.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini mungkin masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh sebab itu penulis dengan lapang dada menerima dan mengharapkan saran dan kritik yang membangun.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

DAFTAR PUSTAKA

- A, McLaren., et al. 2015. *Clothing Longevity Perspectives: Exploring Consumer Expectations, Consumption and Use*. Nottingham, UK:PLATE Conference—Nottingham Trent University
- Charvalho, Hugo., et al. 2016. *Application of Life Cycle Engineering approach to assess the pertinence of using natural fibers in composites—the rocker case study*. Lisbon, Portugal: 23rd CIRP Conference on Life Cycle Engineering
- Cherubini, Fransesco; Silvia Bargigli; Sergio Ulgiati. 2008. *Life Cycle Assesment (LCA) of Waste Management Strategies: Landfilling, Sorting Plant and Inceneration*. Siena, Italy:Energy 34th (2009) 2116-2123
- Iskandar; Eny Kustiyah. 2017. *Batik Sebagai Identitas Kultural Bangsa Indonesia di Era Globalisasi*. Surakarta:GEMA, THN XXX/52
- Palupi, Amandha Harnaningtyas; Ishardita Pambudi Tama, Ratih Ardia Sari. 2013. *Evaluasi Dampak Lingkungan Produk Kertas dengan Menggunakan Life Cycle Assesment (LCA) dan Analytic Network Process (ANP)*. Malang:Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Vol. 2 No. 5
- Pecas, P., et al. 2016. *Life Cycle Engineering—Taxonomy and State of the art*. Lisbon, Portugal:23rd CIRP Conference on Life Cycle Engineering
- Walpole, Ronald E., et al. 2012. *Probability and Statistics for Engineers and Scientist 9th Edition*. United States of America:Pearson Education, Inc
- Yoshanti, Ghita; Kiyhosi Dowaki. 2017. *Batik Life Cycle Assesment Analysis (LCA) for Improving Batik Small and Medium Enterprises (SMEs) Sustainable Production in Surakarta Indonesia*. Japan:Sustainable Through Innovation in Product Life Cycle Design, EcoProduction.